

北玉垣高架橋鋼上部工事

CONSTRUCTION WORK OF KITATAMAGAKI VIADUCT

吉田 恵子* 伊藤 将仁** 小島 京志** 藤長 康弘*** 藤本 叶望****
 Keiko Yoshida Masahito Ito Kyoshi Kojima Yasuhiro Fujinaga Kanami Fujimoto

1. まえがき

本工事は、三重県内の主要幹線道路である国道 23 号の渋滞解消を目的に計画された国道 23 号中勢バイパスのうち、起点部の国道 23 号から県道および市道を跨ぐ高架橋の製作・架設工事である。図-1 に現場位置図を示す。

本橋は、交通量の非常に多い国道 23 号の中央分離帯および交差点上での架設作業となることから、一般交通への影響を最小限に抑える桁架設工法とする必要があった。本稿では、これらの施工条件を踏まえた架設工法における課題と対策について報告する。

2. 工事概要

本橋の構造一般図を図-2 に示す。

工事名：令和元年度 23 号北玉垣高架橋鋼上部工事
 発注者：国土交通省 中部地方整備局
 工事場所：三重県鈴鹿市北玉垣町地内
 工期：令和 2 年 1 月 25 日～令和 4 年 1 月 25 日
 構造形式：鋼 8 径間連続非合成箱桁橋
 橋長：415.0m
 支間長：45.8m+48.0m+63.0m+46.0m+75.0m+44.0m
 +44.0m+46.8m
 鋼重：2027.4 t
 架設工法：クレーンメント+多軸式特殊台車一括架設工法

3. 施工条件および架設計画の概要

本橋の P2-P3 間および P4-P5 間は、図-3 に示すように国道 23 号の交差点上に位置するため、多軸式特殊台車（以下、「多軸台車」という）による一括架設工法を採用した。当初、両径間とも P5-A2 間の施工ヤード内で桁地組立てを行った後に多軸台車に搭載し、架橋位置まで運搬する計画であったが、P2-P3 間は運搬経路上に信号機等道路付属物が多数あり、撤去に伴う交通規制日数の増加は一般交通への影響が大きいと判断し、A1-P2 間の中央分離帯に縦送り構台を設け、多軸台車を用いた縦送り一括架設工法を採用した。

以下に、P2-P3 間および P4-P5 間の架設工法の概要および交通規制の早期解放に向けた課題と対策、また、一括架設時における後続桁の架設方法について述べる。



図-1 現場位置図

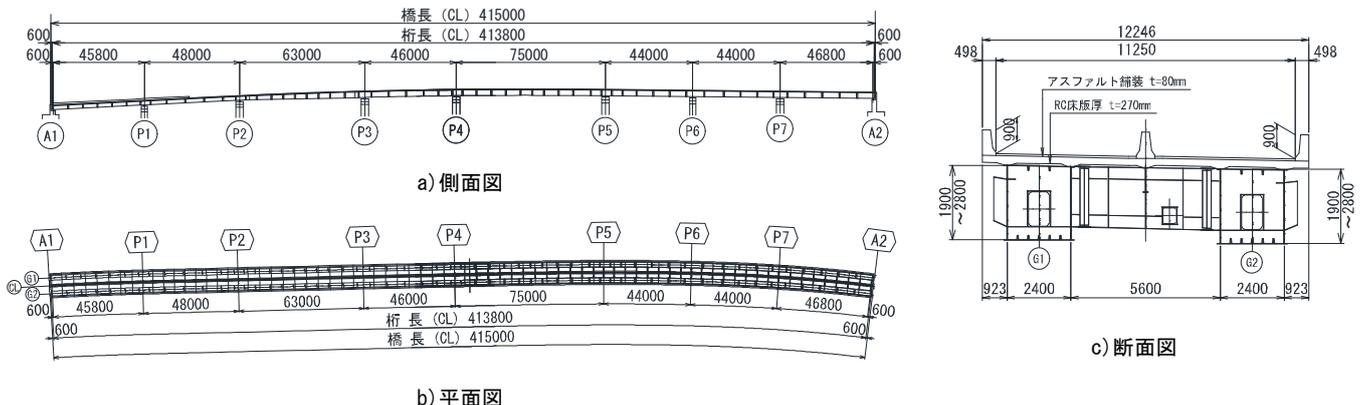


図-2 構造一般図

* 工事本部 橋梁工事事務 計画 1 課
 ** 工事本部 橋梁工事事務 工事 2 課

*** 工事本部 橋梁補修更新部 補修更新課
 **** 技術開発部 橋梁設計部 大阪設計課

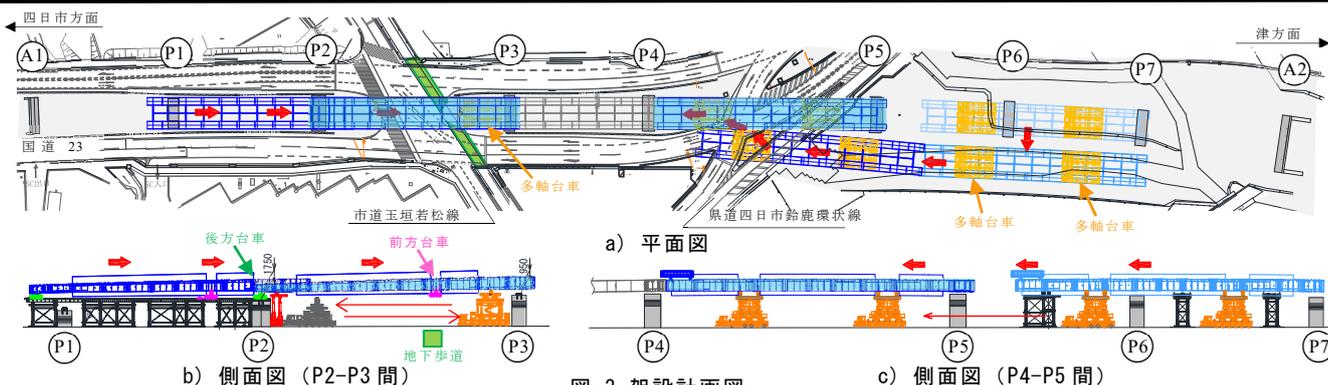


図-3 架設計画図

4. 多軸式特殊台車による縦送り一括架設工法 (P2-P3間)

4.1 工法概要

A1-P2間の中央分離帯に縦送り構台を設置し、その上に鋼桁を地組立て、多軸台車で受け替えができる位置まで油圧ジャッキを用いて送り出しを行った。その後、P2橋脚から張出した鋼桁の下にP3橋脚手前で待機している多軸台車をP2橋脚側へ移動させて鋼桁を受替え、交差点内を走行して鋼桁の縦送りを行った。これらの一連作業を進めるにあたり、交差点通行止めを1夜間で完了させるべく、縦送りおよび桁降下を円滑に行う必要があった。以下にその課題と対策を示す。

4.2 ボックスカルバート（地下歩道）の補強

P2-P3間の桁一括架設において、図-3に示すように多軸台車が、交差点に埋設されているボックスカルバート（地下歩道）上を走行するため、地下歩道の照査・補強の検討を行った。地下歩道に対して多軸台車の載荷位置が変化することから、図-4に示す3つの載荷パターンで解析を行った。この結果、載荷パターン2の応力超過が著しいため、この載荷条件での支保工に作用する軸力を必要支持力とし、これを満足する支保工を配置する補強を行った。これにより、地下歩道の耐力を十分に確保でき、多軸台車が安全に走行できた。補強状況を写真-1に示す。

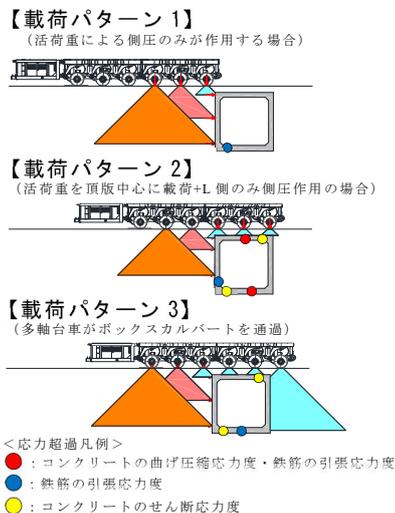


図-4 地下歩道への載荷図



a) 補強状況



b) 補強組立状況

写真-1 地下歩道補強

4.3 前方台車の撤去

油圧ジャッキでの送り出し完了後、鋼桁を前方台車から多軸台車に受替え、後方台車と多軸台車で縦送りを行うが、P3橋脚まで到達するには後方台車をP2橋脚上まで走行させる必要があった。しかし、P2橋脚上には前方台車が残り、所定の縦送り量を走行する前に前方台車を撤去する必要があった。そこで、前方台車を鋼桁に吊下げたまま交差点上まで縦送りした後、直下に配置したトラックに吊り降ろして搬出する計画とした（写真-2）。これにより、縦送り作業中の前方台車解体作業を省略でき、縦送りに要する時間を短縮できた。

4.4 マルチユニットリフトによる桁降下

縦送り構台は、逸走リスク低減のためレベル構造とし、鋼桁は両支点の高低差1.4mをなるべくレベルに近づけるため後方側を1m下げて地組した。このため、縦送り完了時の桁降下量がP2:1,750mm、P3:950mmとP2側が800mm高く、高降下量の桁降下が必要となる。そこで、P2橋脚側の桁降下設備に最大揚重能力200t、ジャッキストローク最大5.4mのマルチユニットリフト4台を採用し（写真-3a）、P2橋脚側をP3橋脚側と同じ降下量まで連続降下した。また、P3橋脚側の多軸台車上のユニットジャッキ（写真-3b）と併用し、交互に降下することで桁降下作業を円滑に行うことができた。



写真-2 前方台車



写真-3 桁降下設備



a) 架橋位置 (交差点部)



b) 多軸式特殊台車搭載状況

写真-4 P4-P5間一括架設前



a) 架設状況



b) 搭載側の主桁仕口

写真-5 桁仕口合わせ

5. 多軸式特殊台車による一括架設工法 (P4-P5間)

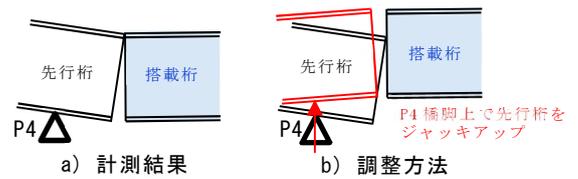
5.1 工法概要

P5-A2間の施工ヤード内で地組立てしたブロック長75m、重量500tの橋桁を、最大積載重量750tの多軸台車2台に搭載し、交差点上まで運搬したのち、先行桁に連結を行った(写真-4)。本径間の一括架設では先行桁への連結完了が交通規制解除の条件であるため、リターンポイント(仕口合わせが完了しなかった場合に搭載桁をヤードに戻す時間)までに連結作業を開始することが課題であった。多軸台車の走行から連結作業までを円滑に行うための対策を以下に示す。

5.2 主桁仕口の事前計測と調整

写真-5のように主桁2本を同時に連結するため、桁仕口の角度・形状がずれると、仕口の調整(形状を合わせる作業)が必要となる。本施工では、各多軸台車に最大揚重能力270tのユニットジャッキをそれぞれ2台ずつ搭載し、鋼桁をジャッキアップした状態で走行する計画としたが、走行時は前後台車の反力バランスを管理しながら平衡をとる必要がある。ただ、縦断方向の仕口角度をユニットジャッキの伸縮量で調整することは困難であることから、一括架設時の仕口合わせに要する時間の短縮対策として、先行桁および搭載側の桁仕口形状を事前に計測し、先行桁を搭載側の桁仕口形状に合わせて調整を行った。

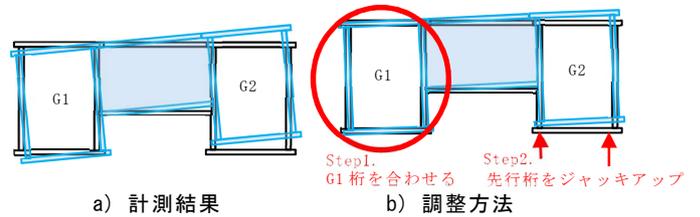
多軸台車2台に搭載した主桁は、台車が支点となり単純梁として発生したたわみにより、先端張り出しによるたわみが相殺され、仕口は鉛直となった。そこで、図-5に示すように先行側をP4橋脚上でジャッキアップし、



a) 計測結果

b) 調整方法

図-5 橋軸方向の仕口調整



a) 計測結果

b) 調整方法

図-6 橋軸直角方向の仕口調整

桁仕口角度が上向きとなるよう調整した。また、搭載桁の仕口が横断方向に倒れていたが、先行桁側だけでは調整できないため、図-6に示すように架設時に多軸台車のサスペンションで横断方向の高さ調整を行いながら、G1桁のウェブを合わせ、G2桁の高低差をP4橋脚上のジャッキで先行桁を上げて調整した。

これらの対策により、仕口合わせに要する時間を最小限に抑えられ、主桁連結作業を予定通り開始できた。

5.3 事前の干渉確認と走行軌道管理

多軸台車が走行する交差点内は支障物が多く、それらの撤去を必要最小限に抑えるため、最適なルート選定が必要であった。また、撤去の必要性は無いが足場等が近接する道路付属物があるため、走行軌道の管理が不可避の課題であった。そこで以下2つの対策を行った。

対策①：3Dモデルを活用した走行時の干渉確認

対策②：軌道の座標管理と走行基準点の設置

対策①として図-7に示す3Dモデルに時間を付与したタイムライナーを用い、計画軌道における道路付属物との干渉および近接具合を事前に確認した。3Dモデルで可視化することで、計画の妥当性が容易に確認できたが、朝顔と照明の取り合いに関しては朝顔の出来形が大きく影響するため、実測結果を踏まえた確認も行った。これにより、照明に最も接近する位置でも離隔を確保できることを事前に確認でき、干渉確認の精度が向上した。

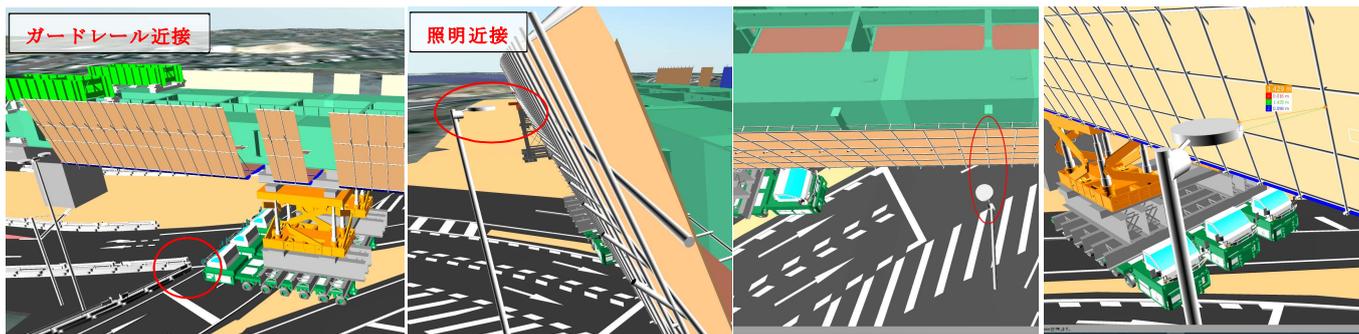


図-7 3Dモデルによる走行時干渉確認

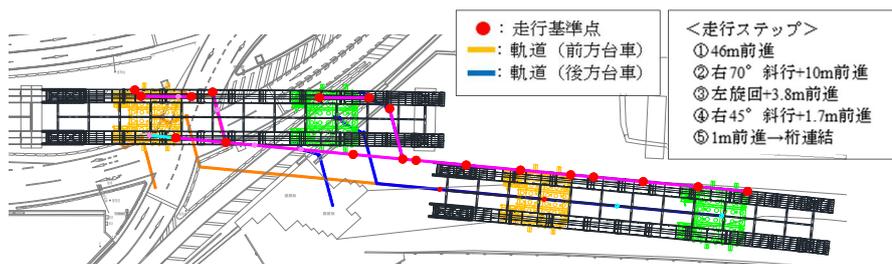


図-8 多軸式特殊台車の走行軌道と基準点

次に、計画ルートを安全に走行するには多軸台車の軌道管理が重要であるため、事前に軌道の可視化を行った。多軸台車の軌道は、直線ではなく、図-8に示すような複雑なステップになっている。そのため、軌道管理に必要なラインを複数線設ける必要がある。しかし、交差点上に事前にラインを設けることはできないため、軌道の基準点を先行で設置し、通行止め完了と同時に交差点上にラインを罫書いた。また、基準点は交差点内かつ複数の点在した位置に設けるため、自動追尾型TSを用いて座標管理によって設置を行った。写真-6に示すように多軸台車走行時は多軸台車から吊下げた下げ振り子が、罫書いたライン上を移動しているか確認することで、軌道の管理を行った。

6. 一括架設時の後続桁の架設方法について

本橋梁は連続桁であるが、鋼桁のたわみ(キャンバー)量は完成系で設計されており、架設ステップに応じた製作キャンバーは設定されていなかった。そのため、一括架設により部分的に1径間を支点支持とする場合、連続梁でなく単純梁としてのたわみが顕著に現れる。そこで、側径間をモーメント連結で架設し、たわみの調整を行う必要があった。

P4-P5間を例にすると、図-9に示す手順でP4-P5桁のJ40仕口角度 θ に合わせP6橋脚まで連結し、P6橋脚上の上げ越し分を一度に降下させることで、P4-P5間に上向きの変位を発生させて下がり過ぎた鋼重たわみを完成系状態に戻す計画とした。また、仕口角度 θ は施工誤差の影響により想定より小さかったため、P6橋脚上の上げ越し量はステップ解析結果と、P5-P6間の多点支持キャンバー(桁の形状)から総合的に判断して決定した。



写真-6 走行軌道管理状況

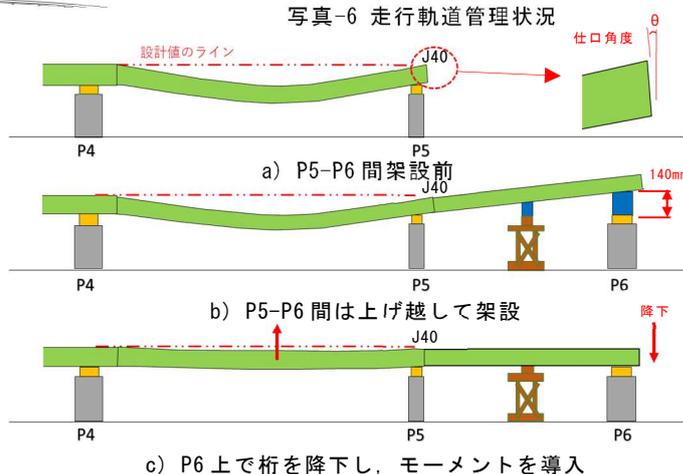


図-9 モーメント連結の概念図

これにより、たわみはP4-P5間支間中央で31mm戻り、P4-P5間全測点の出来形を規格値の50%以内に収めることができた。

- ステップ b) 誤差 -45mm (規格値の 72%)
- ステップ c) 誤差 -14mm (規格値の 22%)

7. あとがき

本工事は、非常に交通量の多い幹線道路上での鋼桁架設作業であったが、架設工法の事前検討および対策により交通への影響を最小限に抑え、計画通り施工を完了することができた。

最後に、本橋の架設に伴い、ご指導とご協力をいただきました国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所並びに関係各所の皆様に深く感謝申し上げます。



P2-P3間一括架設状況



P4-P5間一括架設状況